专题：绿色“一带一路”建设的挑战与应对
Challenge and Countermeasure for Promoting Green Belt and Road

编者按　绿色“一带一路”是“中国理念、世界共享”的重要载体。提高风险防控能力是建设绿色“一带一路”的重要保证，也是实现区域经济绿色转型的重要途径。厘清“一带一路”重点地区的生态环境问题，评估生态环境风险，以及构建风险应对方案，是“一带一路”绿色发展的重要保障。基于此，中国科学院战略性先导科技专项（A 类）“泛第三极环境变化与绿色丝绸之路建设”开展了“重点地区和重要工程的环境问题与灾害风险防控”项目研究，并产出一系列成果。在中国科学院新疆生态与地理研究所雷加强研究员、联合国防治荒漠化公约秘书处亚太区域原协调员杨有林研究员和中国科学院地理科学与资源研究所葛咏研究员共同策划、协调和推进下，《中国科学院院刊》以“绿色‘一带一路’建设的挑战与应对”为题集中展示该项目的研究进展，以期为“一带一路”绿色发展提供科技支撑。

生态问题与灾害风险：绿色“一带一路”建设的挑战与应对

雷加强[1*]　葛　咏[2]　高　鑫[1]　杨有林[1]

1 中国科学院新疆生态与地理研究所　乌鲁木齐　830011
2 中国科学院地理科学与资源研究所　北京　100101

摘要　“一带一路”跨越不同地理带和生态区，生态问题与灾害风险复杂多样，严重危及“一带一路”绿色发展与廊道安全。基于多源数据平台建设和试验示范研究，科学认知“一带一路”区域生态环境规律，系统集成重点地区和重要工程的生态环境安全与风险应对方案，将为推进绿色“一带一路”建设提供科技支撑，并为全球环境治理提供成功案例。

关键词　“一带一路”，绿色发展，生态问题，灾害风险，风险应对方案

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.20210129002

共建“一带一路”倡议源自中国，属于世界。推进绿色“一带一路”建设，分享生态文明和绿色发展理念，是我国参与全球环境治理的重要实践，是服务打造人类命运共同体的重要举措[1-3]。“一带一路”贯穿亚欧非大陆，联通东亚经济圈与欧洲经济圈，辐射更为广泛的区域。其中，中蒙俄、新亚欧大陆桥、中国—中亚—西亚、中国—中南半岛、中巴、孟中印缅六大经济走廊是“一带一路”建设的战略支柱，也是“一带一路”建设的主要骨架。在气候变化和人类活动作用下，六大经济走廊区域生态环境问题和自然灾

*通讯作者
资助项目：中国科学院战略性先导科技专项（A类）（XDA20030000）
修改稿收到日期：2021 年 1 月 28 日

害风险的不确定性加大，对重点地区生态环境安全和重要工程安全造成严重危害或威胁[1,3,4]。加强对区域荒漠化、极端气候事件，以及冻土、滑坡、泥石流等灾害风险研究，科学认知“一带一路”重点地区的生态环境问题，综合辨识关键通道、关键节点、重要工程的灾害风险，系统集成生态安全技术模式和灾害风险应对方案，将为绿色“一带一路”建设乃至全球环境治理提供科技支撑和示范案例。

1 “一带一路”区域荒漠化问题

荒漠化是全球最为严重的生态环境问题之一，荒漠化防治是绿色“一带一路”建设的核心内容之一[5]。中国国家林业局（现“国家林业和草原局”）与联合国防治荒漠化公约秘书处共同发布的《“一带一路”防治荒漠化共同行动倡议》《“一带一路”防治荒漠化合作机制》，旨在通过信息共享、技术培训、项目示范等方面推动务实合作，携手提高防治荒漠化能力，遏制荒漠化和土地退化趋势，为实现全球土地退化零增长和联合国2030年可持续发展目标作出贡献。

六大经济走廊区域是世界荒漠化土地集中分布区，包括阿拉伯半岛、伊朗高原、中亚地区、中国西北地区和蒙古高原等，形成了贯穿亚欧大陆的荒漠化带。在“一带一路”六大经济走廊中，中蒙俄、新亚欧大陆桥、中国—中亚—西亚、中巴4个经济走廊均存在荒漠化问题，沿线超过60个国家遭受荒漠化和干旱危害。尤其中亚区域是共建“一带一路”的关键区域，也是荒漠化问题最为突出的地区；其中，重度、极重度荒漠化土地主要分布在里海中部沿岸到咸海以东的地区和土库曼斯坦南部。

*中亚区域荒漠化风险在不同尺度上具有显著的空间异质性特征。*在中亚区域尺度上，高风险区主要分布在咸海流域、巴尔喀什湖流域等地区，其中阿姆河流域属极高风险区[6]。在阿姆河流域尺度上，整体上表现为：上游生态环境正逐步改善，中下游区域的荒漠化风险较高；大部分土地处于潜在荒漠化风险状态，但高风险区不足流域面积的5%，且集中分布在阿姆河三角洲及咸海湖盆区。在咸海湖盆尺度上，咸海周边地区荒漠化风险较高，其中咸海东部地区荒漠化风险最高，特别是在2000—2008年这个时期，荒漠化风险呈显著增加趋势[6]。

*咸海萎缩及其导致的盐尘释放，已成为全球最为严重的荒漠化事件，也是世界上最令人震惊的环境灾难。*咸海湖盆及周边地区盐尘释放面积逐年扩大，年盐尘总释放量可达千万吨级。这些盐尘不仅对当地人体健康、作物生产、大气环境、生态系统等造成严重危害，而且盐尘可以扩散至欧洲大陆，危及更为广泛的区域。联合国环境规划署（UNEP）曾这样评价：“除了切尔诺贝利核电站灾难外，地球上恐怕再也找不出像咸海周边地区这样生态灾害覆盖面如此之广、涉及的人数如此之多的地区”。

2 “一带一路”沿线灾害风险

六大经济走廊跨越不同地理环境和气候类型，其关键节点、重要工程、重点基地面临着一系列灾害风险[3]。“一带一路”沿线灾害风险具有明显地域分异性和地理尺度特征，即中高纬度的冻土灾害、亚欧荒漠带的风沙灾害、高原山区的滑坡泥石流灾害和沿海地带的极端气候灾害。

*（1）冻土灾害。*冻土灾害是中蒙俄经济走廊基础设施安全面临的最主要风险。俄罗斯中东部、蒙古国北部和中国东北地区，是中高纬度冻土分布区；自北向南，间歇分布着连续多年冻土、大片连续多年冻土、岛状多年冻土、稀疏岛状多年冻土和季节冻土等类型。气候变暖，冻土退化速率加快，导致冻土冻融深度增加、冻土消融范围扩大、地下冰融化等，冻胀、融沉、积水等冻土灾害风险加大，严重威胁中蒙俄经济走廊基础设施安全。其中，蒙古国北部和俄罗

斯的布里亚特共和国、外贝加尔边疆区、阿穆尔州属冻土灾害高风险区，也是中蒙俄跨境铁路、公路和中俄原油管道冻土灾害防控的重点区段。

（2）风沙灾害。风沙灾害主要危及中亚—西亚地区能源基地、资源通道、交通设施等。阿拉伯半岛、伊朗高原、咸海湖盆、蒙古高原等，是鲁卜哈利沙漠、库姆塔格沙漠、塔克拉玛干沙漠等沙漠群的广泛发育区，属输沙势和沙丘移动指数的高值区；并且，风力作用强烈，流沙入侵、土壤风蚀等危害严重，是风沙灾害的高风险区。

（3）滑坡泥石流灾害。滑坡泥石流灾害在六大经济走廊大部分区域广泛发育与分布，严重威胁和危害交通设施的安全。滑坡泥石流灾害高风险区，主要分布在中国东南丘陵—云贵高原—喜马拉雅山脉—帕米尔高原一带、伊朗高原—阿尔卑斯山脉一带。其中，中巴经济走廊风险程度为极高，高风险区域主要集中在走廊北部，如吉德拉尔、吉尔吉特等。

（4）极端天气灾害。气候变化造成的极端天气和气候事件增加，风暴潮、高温热浪、极端降水、极端干旱等灾害风险加大。风暴潮风险具有显著地域性，高风险区主要集中于孟加拉湾沿岸，具有沿高值聚集点向外扩张的趋势；高温热浪高风险区域主要分布在南亚、东南亚和阿拉伯半岛部分区域，具有向北、向内陆扩大的趋势；极端干旱风险地域性显著，高风险区位于亚洲中西部、地中海沿岸、印度河流域等地，其中亚洲北部主要受气温影响，亚洲南部和东部受降水影响大；极端降水高风险区域主要集中于恒河流域、中国东部和欧洲中部地区，其中雅万高铁、马尔代夫、汉班托塔港等“一带一路”典型节点区域的降水量呈现增加趋势，即风险呈现增大趋势。

3 “一带一路”区域生态问题与灾害风险的科学应对

“一带一路”区域以荒漠化为主要标志的生态环境问题极为突出，冻融、风沙、滑坡、泥石流和极端天气气候带来的灾害风险加大。中国科学院战略性先导科技专项（A类）“泛第三极环境变化与绿色丝绸之路建设”中的“重点地区和重要工程的环境问题与灾害风险防控”项目（以下简称“风险防控项目”）面向“一带一路”绿色发展和廊道安全，推进六大经济走廊区域环境治理与可持续发展，针对不同生态环境问题与灾害类型，开展多尺度、全链条研究，以科学应对“一带一路”重点地区和重要工程生态问题与灾害风险；提升了生态环境和基础设施风险防控能力，具体包括以下3个方面。

（1）多源数据集成和信息共享平台建设。绿色“一带一路”建设不仅跨越不同地域、不同国家，而且涉及资源、环境、社会、经济等多个领域。加强大数据库、决策支持系统、共享服务平台建设及相应的产品生产，是“一带一路”区域生态问题和灾害风险防控的重要前提。风险防控项目围绕“一带一路”区域生态问题诊断及灾害风险评判，收集和采集了不同分辨率遥感数据及产品、不同自然要素专题图件、不同区域社会经济及工程项目资料、实地考察和试验示范区实测数据、相关研究成果等；形成了中亚—西亚地区荒漠化数据集、中俄原油管道沿线冻土灾害数据集、中俄原油管道沿线生态风险基础数据集、六大经济走廊滑坡泥石流灾害资料数据集、“一带一路”全域极端气候风险数据集、“一带一路”典型节点区域观测数据集等；编制了中亚—西亚地区荒漠化风险评估图集、中蒙俄交通及管线生态风险评估图集、“一带一路”滑坡泥石流危险性评估图集、“一带一路”关键节点区域精细尺度风险评估图集等；构建了中亚—西亚地区荒漠化信息共享数据库系统、中蒙俄交通及管线生态风险防控协同创新信息平台、“一带一路”六大经济走廊和关键节点灾害风险评估信息平台。

（2）治理技术试验示范。针对“一带一路”重点

地区的植被退化和重要工程的冻土危害与风沙危害，开展荒漠化土地植被恢复重建、冻土与风沙危害治理技术试验示范，研发集成技术模式，为绿色“一带一路”建设提供技术储备和成功案例。① 荒漠化土地植被恢复重建方面。研发形成了沙化土地植被群落结构优化与植被恢复技术、盐渍化土地耐盐植物种植与植被重建技术，建立了阿姆河流域下游沙化土地植被恢复试验示范基地、咸海盐渍化土地植被重建试验示范基地。② 风沙危害治理方面。筛选出了土库曼斯坦萨卡尔沙漠油气田固沙材料、哈萨克斯坦首都圈生态屏障优化建设植物种，构建了适应沙漠油气田沙害防治模式，集成了低温强风环境造林模式，在努尔苏丹建立了用于生态屏障建设的苗木繁育基地和生态屏障建设的试验示范区。③ 冻土危害防治方面。研发了中俄原油管线冻土灾害防治技术，建成了防治技术示范场。

（3）风险防控对策与应对策略。面向“一带一路”区域生态和灾害的风险特征，结合当地资源、环境、经济和社会条件，提出减缓或抵御风险对策。① 生态风险防控方面。建立了中蒙俄经济走廊生态风险防控协同创新信息平台，研究提出了交通和石油管线高风险区段生态保护，以及恢复对策和措施。② 极端气候灾害风险应对方面。基于预测危险性、减少暴露度、降低脆弱性，系统评估了“一带一路”典型节点的风险防御能力，建立了“硬性防御”+“软性防御”相结合的气候灾害综合防御体系。③ 滑坡泥石流灾害风险应对方面。建立了中巴经济走廊重点滑坡体和泥石流流域的灾害监测与预警信息系统，提出了灾害影响范围内的人员应急避险措施及重要设施应急防护措施，制定了救灾抢险人员调动、人员安置以及物资的配送等方案。

参考文献

1 姚檀栋, 陈发虎, 崔鹏, 等. 从青藏高原到第三极和泛第三极. 中国科学院院刊, 2017, 32(9): 924-931.

2 郭华东, 肖函. “一带一路”的空间观测与“数字丝路”构建. 中国科学院院刊, 2016, 31(5): 535-541.

3 崔鹏, 邹强, 陈曦, 等. “一带一路”自然灾害风险与综合减灾. 中国科学院院刊, 2018, 33(Z2): 38-43.

4 Stocker T F, Qin D H, Plattner G-K, et al. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

5 卢琦, 雷加强, 李晓松, 等. 大国治沙：中国方案与全球范式. 中国科学院院刊, 2020, 35(6): 656-664.

6 Jiang L L, Bao A M, Jiapaer G L, et al. Monitoring land sensitivity to desertification in Central Asia: Convergence or divergence?. Science of The Total Environment, 2019, 658(25): 669-683.

Ecologic Problems and Hazards Risks: Challenges and Countermeasure for Promoting Green Belt and Road

LEI Jiaqiang[1*] GE Yong[2] GAO Xin[1] YANG Youlin[1]

(1 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China;

2 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract The Belt and Road region crosses different geographic areas and ecological zones. Ecologic problems and hazards risks are complicated in these zones and they threat seriously the green development and economic corridors security along the Belt and Road region. Based on multiple data sources platform installation and experiment-demonstration researches and observations, the regional ecologic-environmental regulations of the Belt and Road region are well and scientifically recognized, key areas/zones and the ecologic-environmental security and risk response programmes of major projects are systematically integrated. The findings of the key advanced research project on the environment change and construction of the Green Silk Road of the Pan-Third Pole provide scientific and technical supports to the further promotion of the Green Belt and Road development, and they also serve the world successful cases for global environmental governance.

Keywords the Belt and Road, green development, ecologic problems, hazards risks, risk response plan



雷加强 中国科学院新疆生态与地理研究所研究员，博士生导师。“一带一路”国际科学组织联盟-荒漠化防治联盟主任，泛非“绿色长城”研究中心主任，干旱区防沙治沙与沙产业国家创新联盟理事长，中国新疆地理学会理事长，中国治沙暨沙业学会勘察设计研究专业委员会主任，中国科学院战略性先导科技专项（A 类）“泛第三极环境变化与绿色丝绸之路建设”项目三“重点地区和重要工程的环境问题与灾害风险”首席科学家。主要从事风沙环境及防沙治沙研究。发表学术论文 100 余篇，先后承担国家“973”计划课题、国家科技支撑计划项目、国家自然科学基金重点项目、国际合作项目等 30 余项，研究成果获国家科技进步奖二等奖等。E-mail: leijq@ms.xjb.ac.cn

LEI Jiaqiang Professor and Ph.D. Supervisor of Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences (CAS). Director of ANSO-Association for Combating Desertification (ANSO-ACD), Director of Pan-African Great Green Wall Research Center, Director of National Innovation Alliance of Sand Control and Desert Industry in Arid Areas, Chairman of Xinjiang Society of Geography, Director of Survey and Design Professional Committee of China National Sand Control and Desert Industry Society, Chief Scientist of “Environmental Issues and Disaster Risk Prevention and Control in Key Areas and Important Projects”, Project 3 of Strategic Priority Research Program of CAS “Pan-Third Pole Environment Study for a Green Silk Road (Pan-TPE)”. He has mainly engaged in the research of natural geography in arid area, aeolian environment and desertification combating. He has published more than 100 research articles and hosted more than 30 projects, including project of National “973” Program, Key Program of National Natural Science Foundation of China, Key Projects from CAS and the Government of Xinjiang Uygur Autonomous Region. He has achieved 2 Second Prizes of National Science and Technology Progress Award. E-mail: leijq@ms.xjb.ac.cn

■责任编辑：文彦杰

*Corresponding author